

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-251124

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl.

H01Q 3/26
H04J 13/00

(21)Application number : 2000-062234

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 07.03.2000

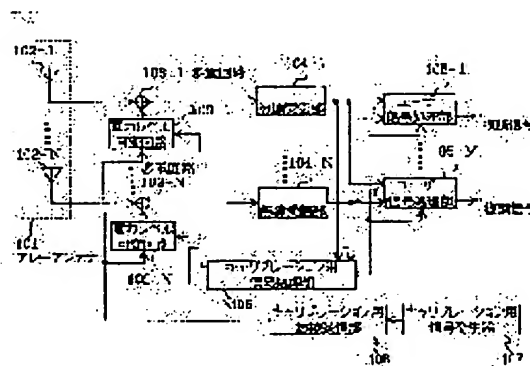
(72)Inventor : MARUTA YASUSHI

(54) ARRAY ANTENNA RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform highly accurate calibration even when an array antenna receiver is operated.

SOLUTION: A calibration signal generated by a signal generator 107 for calibration and subjected to frequency conversion by a radio transmitting part 108 for calibration is made to have a power level where the power level of a calibration signal extracted by a signal processing part 106 for calibration is made constant in power level variable circuits 109-1 to 109-N, and is multiplexed to a signal received by antenna elements 102-1 to 102-N in multiplexing circuits 103-1 to 103-N.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3567976

[Date of registration] 25.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-251124
(P2001-251124A)

(43)公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード [*] (参考)
H 0 1 Q 3/26		H 0 1 Q 3/26	Z 5 J 0 2 1
H 0 4 J 13/00		H 0 4 J 13/00	A 5 K 0 2 2

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2000-62234(P2000-62234)

(22)出願日 平成12年3月7日(2000.3.7)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 丸田 靖

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

Fターム(参考) 5J021 AA05 AA11 DB01 FA12 FA24

HA10 JA10

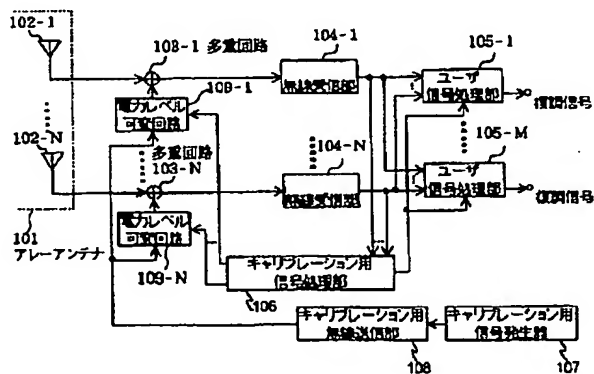
5K022 EE01 EE31 GG01

(54)【発明の名称】 アレーアンテナ受信装置

(57)【要約】

【課題】 運用時においても精度の高いキャリブレーションを行う。

【解決手段】 キャリブレーション用信号発生器107にて生成され、キャリブレーション用無線送信部108にて周波数変換されたキャリブレーション信号が、電力レベル可変回路109-1～109-Nにおいて、キャリブレーション用信号処理部106にて抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルが一定となるような電力レベルとされて、多重回路103-1～103-Nにおいて、アンテナ素子102-1～102-Nにて受信された信号に多重される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 N 個 (N は1以上の整数)のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行う N 個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリブレーション手段と、前記キャリブレーション手段にて検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部から出力された信号を補正して復調信号として出力する M 個 (M は1以上の整数)のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記無線受信部から出力された信号の電力レベルに基づいて決定される電力レベルで前記キャリブレーション信号を前記アンテナ素子にて受信された信号に多重することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項2】 請求項1に記載のアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重する N 個の多重回路と、前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記無線受信部から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力する N 個の電力レベル可変回路とを有し、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項3】 請求項1に記載のアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション

信号を多重する N 個の多重回路と、前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記無線受信部から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力する K 個 (K は1以上 N 未満の整数)の電力レベル可変回路と、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号を選択し、前記 N 個の多重回路に分配して出力する選択/分配回路とを有し、前記選択/分配回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項4】 請求項2または請求項3に記載のアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション用信号処理部は、前記無線受信部から出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルが一定となるような制御信号を出力することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項5】 請求項4に記載のアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション用信号処理部は、前記無線受信部から出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号のビット誤り率を用いて、前記無線受信部から出力された信号と該信号から抽出されたキャリブレーション信号との比を認識することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項6】 N 個 (N は1以上の整数)のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行う N 個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリブレーション手段と、前記キャリブレーション手段にて

検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部から出力された信号を補正して復調信号として出力するM個（Mは1以上の整数）のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルに基づいて決定される電力レベルで前記キャリブレーション信号を前記アンテナ素子にて受信された信号に多重することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項7】 請求項6に記載のアレーアンテナ受信装置において、

前記キャリブレーション手段は、

前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重するN個の多重回路と、

前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、

前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、

前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するN個の電力レベル可変回路とを有し、

前記電力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項8】 請求項6に記載のアレーアンテナ受信装置において、

前記キャリブレーション手段は、

前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重するN個の多重回路と、

前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、

前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、

前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション

信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するK個（Kは1以上N未満の整数）の電力レベル可変回路と、

前記電力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号を選択し、前記N個の多重回路に分配して出力する選択／分配回路とを有し、

前記選択／分配回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項9】 請求項7または請求項8に記載のアレーアンテナ受信装置において、

前記キャリブレーション用信号処理部は、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルと前記電力レベル可変回路から出力されるキャリブレーション信号の電力レベルとの比が一定となるような制御信号を出力することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項10】 N個（Nは1以上の整数）のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行うN個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリブレーション手段と、前記キャリブレーション手段にて検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部から出力された信号を補正して復調信号として出力するM個（Mは1以上の整数）のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号

の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記多重回路から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するN個の電力レベル可変回路とを有し、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項11】 N個(Nは1以上の整数)のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行うN個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリブレーション手段と、前記キャリブレーション手段にて検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部から出力された信号を補正して復調信号として出力するM個(Mは1以上の整数)のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記多重回路から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するK個(Kは1以上N未満の整数)の電力レベル可変回路と、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号を選択し、前記N個の多重回路に分配して出力する選択/分配回路とを有し、

前記選択/分配回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項12】 請求項10または請求項11に記載のアレーアンテナ受信装置において、

前記キャリブレーション用信号処理部は、前記多重回路から出力された信号の電力レベルと前記電力レベル可変回路から出力されるキャリブレーション信号の電力レベルとの比が一定となるような制御信号を出力することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項13】 請求項12に記載のアレーアンテナ受信装置において、

前記無線受信部は、出力信号の電力レベルを入力信号の電力レベルによらずに一定とする自動利得制御手段を具備し、

前記キャリブレーション用信号処理部は、前記自動利得制御手段における利得情報に基づいて前記多重回路から出力された信号の電力レベルを認識することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アンテナの指向性を制御することによってユーザ干渉を除去するアレーアンテナ受信装置に関し、特に、複数の無線受信部のキャリブレーションを行うアレーアンテナ受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】セルラ移动通信システム等においては、信号の高速化及び高品質化、並びに加入者容量の増大を目指し、複数のアンテナ素子から成るアレーアンテナ受信装置を用いて、希望信号到来方向に対しては受信利得を大きくし、他ユーザからの干渉や遅延波による干渉に対しては受信利得を小さくするような受信指向性パターンを形成する方式が検討されている。

【0003】ところで、アレーアンテナ受信装置においては、一般に各アンテナ素子に対する無線受信部における振幅変動及び位相変動が個々に異なるため、受信指向性パターン形成時にそれらの振幅変動及び位相変動を補償する必要がある。この操作をキャリブレーションと呼ぶ。

【0004】この種のキャリブレーションを行なうアレーアンテナ受信装置においては、例えば、特開平11-46180号公報に開示されたアレーアンテナ無線受信装置のキャリブレーション装置のように、各無線受信部に既知のキャリブレーション信号を入力して振幅変動及び位相変動を測定することで、補償のための振幅及び位相情報が得られている。

【0005】図6は、キャリブレーションを行なう従来のアレーアンテナ受信装置の一構成例を示すブロック図

である。

【0006】本従来例は図6に示すように、複数のアンテナ素子602-1~602-Nからなるアレーアンテナ601と、アンテナ素子602-1~602-Nのそれぞれに対応して設けられ、アンテナ素子602-1~602-Nにて受信された信号にキャリアレーション信号を多重して出力する多重回路603-1~603-Nと、アンテナ素子602-1~602-Nのそれぞれに対応して設けられ、多重回路603-1~603-Nから出力された信号の受信処理を行う無線受信部604-1~604-Nと、無線受信部604-1~604-Nから出力された信号が入力され、入力された信号に基づいて、アンテナ素子602-1~602-Nにて受信された信号の振幅情報及び位相情報を検出する検出回路611と、ユーザの数分設けられ、無線受信部604-1~604-Nから出力された信号を検出回路611にて検出された振幅情報及び位相情報を用いて補正し、ユーザ毎の復調信号として出力するユーザ信号処理部605-1~605-Mと、キャリアレーション信号を生成するキャリアレーション用信号発生器607と、キャリアレーション用信号発生器607にて生成されたキャリアレーション信号を周波数変換して出力するキャリアレーション用無線送信部608と、キャリアレーション用無線送信部608から出力されたキャリアレーション信号を任意の電力レベルで出力する電力レベル可変回路609とから構成されており、電力レベル可変回路609から出力されたキャリアレーション信号が多重回路603-1~603-Nにてアンテナ素子602-1~602-Nにて受信された信号に多重される。

【0007】アレーアンテナ601を構成するアンテナ素子602-1~602-Nにおいては、アンテナ素子単体での水平面内及び垂直面内指向性に特に制限はなく、例としてはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。アンテナ素子602-1~602-Nは、各々のアンテナ素子602-1~602-Nの受信信号が相関を有するように近接して配置され、希望信号及び複数の干渉信号が多重された信号を受信する。

【0008】多重回路603-1~603-Nにおいては、電力レベル可変回路609から出力されたキャリアレーション信号とアンテナ素子602-1~602-Nにて受信された信号とが、例えば符号多重等によって無線帯域で多重され、無線受信部604-1~604-Nに対して出力される。なお、ここでの多重方法においては、符号多重には限らない。また、多重回路603-1~603-Nにて多重されたキャリアレーション信号は抽出可能である。

【0009】無線受信部604-1~604-Nは、ローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発信器、AGC（Auto Gain Controller）、直交検波器、低

域通過フィルタ、アナログ／デジタル変換器等から構成される。ここで、無線受信部604-Nを例にとると、多重回路603-Nから出力された信号が入力され、入力された信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ／デジタル変換等が行われ、当該信号がユーザ信号処理部605-1~605-M及び検出回路611に対して出力される。一般的には、無線受信部604-1~604-N毎に、出力信号の電力レベルを入力信号の電力レベルによらずに一定とするために非線形回路であるAGCが用いられる。

【0010】検出回路611においては、無線受信部604-1~604-Nから出力された信号が入力され、入力された信号からキャリアレーション信号が抽出され、それにより、アンテナ素子602-1~602-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報が検出される。検出された振幅及び位相情報は、信号処理部605-1~605-Mに対して出力される。ここで、アンテナ素子602-1~602-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報は、無線受信部604-1~604-Nにおけるキャリアレーション信号の振幅及び位相の変動量を調べることによって検出される。

【0011】ユーザ信号処理部605-1~605-Mにおいては、無線受信部604-1~604-Nから出力された信号と検出回路611にて検出された振幅及び位相情報とが入力され、無線受信部604-1~604-Nから出力された信号が検出回路611にて検出された振幅及び位相情報に基づいて補正され、それにより、各ユーザ毎に、ユーザ信号到来方向に対しては受信利得が大きくなり、他ユーザからの干渉や遅延波による干渉に対しては受信利得が小さくなるような受信指向性パターンが形成され、受信指向性パターンによって受信された復調信号が出力される。

【0012】キャリアレーション用信号発生器607においては、基底帯域でキャリアレーション信号が生成され、生成されたキャリアレーション信号がキャリアレーション用無線送信部608に対して出力される。

【0013】キャリアレーション用無線送信部608においては、キャリアレーション用信号発生器607から出力された基底帯域のキャリアレーション信号が入力され、入力されたキャリアレーション信号に対するデジタル／アナログ変換、基底帯域から無線帯域への周波数変換等が行われ、該キャリアレーション信号がアンテナ素子602-1~602-Nにて受信された信号と同一周波数帯域を有するキャリアレーション信号として電力レベル可変回路609に対して出力される。

【0014】電力レベル可変回路609においては、キャリアレーション用無線送信部608から出力されたキャリアレーション信号が任意の電力レベルで多重回路603-1~603-Nに対して出力される。

【0015】以下に、上記のように構成されたアレーア

ンテナ受信装置の動作について説明する。

【0016】アンテナ素子602-1～602-Nにて受信された各信号には、希望（ユーザ）信号成分と干渉信号成分、及び熱雑音が含まれている。更に希望信号成分、干渉信号成分それぞれにマルチパス成分が存在する。通常、それらの信号成分は互いに異なる方向から到来する。

【0017】図6に示したアレーアンテナ受信装置においては、アンテナ素子602-1～602-Nにて受信された各信号の振幅及び位相情報を用いて、到来方向の異なる各信号成分が識別され、受信指向性パターンが形成される。

【0018】その際、無線受信部604-1～604-Nに含まれる各回路によって無線受信部604-1～604-N内部において受信信号の振幅や位相が変動した場合、本来のアンテナ素子602-1～602-Nにて受信された各信号の振幅及び位相情報とは異なった情報がユーザ信号処理部605-1～605-Mに与えられ、各信号成分を正確に識別し受信指向性パターンを形成することができなくなってしまう。

【0019】そこで、アンテナ素子602-1～602-Nにて受信された信号と同一周波数帯域のキャリブレーション信号を受信信号に多重し、検出回路611において無線受信部604-1～604-Nから出力される信号からキャリブレーション信号を抽出し、該キャリブレーション信号の振幅及び位相の変動に基づいて受信信号の振幅及び位相情報を検出することによって、ユーザ信号処理部605-1～605-Mに入力された受信信号の振幅及び位相情報に補正を加える。

【0020】また、無線受信部604-1～604-Nに含まれる非線形回路（特にAGC）においては、受信信号の電力レベルによって受信信号の振幅及び位相の変動の仕方が異なるため、キャリブレーション信号の電力レベルを電力レベル可変回路609によって変化させながら無線受信部604-1～604-Nの各出力のキャリブレーション信号を抽出し、該キャリブレーション信号の振幅及び位相の変動に基づいて受信信号の振幅及び位相情報を検出することによって、各キャリブレーション信号の電力レベル毎に、ユーザ信号処理部605-1～605-Mに入力された受信信号の振幅及び位相情報に加える補正量を決定する。

【0021】このようなキャリブレーション手段を有するアレーアンテナ受信装置においては、アレーアンテナ受信装置の運用時に無線受信部604-1～604-Nの内部において受信信号の振幅や位相が変動した場合においても、ユーザ信号処理部605-1～605-Mに入力された受信信号の振幅及び位相情報を補正することができる。また、非運用時には、受信信号の電力レベルに応じた精度の高いキャリブレーションを行うことができる。

【0022】このように、本従来例においては、アンテナ素子602-1～602-Nにて受信された各信号の振幅及び位相情報を用いて、到来方向の異なる各信号成分を正確に識別し、受信指向性パターンを形成することができる。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】一般に、複数のアンテナ素子を有するアレーアンテナ受信装置においては、運用時には各アンテナ素子毎に受信信号の電力レベルが時間的に変動する。

【0024】ここで、上述したような従来のアレーアンテナ受信装置においては、無線受信部内のAGCにおいて、受信信号の電力レベルとキャリブレーション信号の電力レベルとの和が一定になるように増幅率が自動的に制御されているため、受信信号の電力レベルが変動した場合、一定の電力レベルのキャリブレーション信号が無線受信部に入力されたにもかかわらず、無線受信部から出力される信号に含まれるキャリブレーション信号の電力レベルが不定になってしまう。

【0025】キャリブレーション時においては、各無線受信部に入力されるキャリブレーション信号と各無線受信部から出力される信号に含まれるキャリブレーション信号とが比較されることにより、各無線受信部におけるキャリブレーション信号の振幅及び位相変動が検出され、該検出結果に基づいて、アンテナ素子602-1～602-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報が検出される。

【0026】ところが、上述したように各無線受信部から出力される信号に含まれるキャリブレーション信号の電力レベルが不定になってしまうと、各無線受信部におけるキャリブレーション信号の振幅及び位相変動を正確に検出することができず、精度の高いキャリブレーションを行うことができなくなってしまう。

【0027】本発明は、上述したような従来の技術が有する問題点に鑑みてなされたものであって、運用時においても精度の高いキャリブレーションを行うことができるアレーアンテナ受信装置を提供することを目的とする。

【0028】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、N個（Nは1以上の整数）のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行うN個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリブレーション手段と、前記キャリブレーション手段にて検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部

から出力された信号を補正して復調信号として出力するM個(Mは1以上の整数)のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記無線受信部から出力された信号の電力レベルに基づいて決定される電力レベルで前記キャリブレーション信号を前記アンテナ素子にて受信された信号に多重することを特徴とする。

【0029】また、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記無線受信部から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するN個の電力レベル可変回路とを有し、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とする。

【0030】また、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記無線受信部から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション信号を前記キャリブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するK個(Kは1以上N未満の整数)の電力レベル可変回路と、前記電

力レベル可変回路から出力されたキャリブレーション信号を選択し、前記N個の多重回路に分配して出力する選択/分配回路とを有し、前記選択/分配回路から出力されたキャリブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とする。

【0031】また、前記キャリブレーション用信号処理部は、前記無線受信部から出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルが一定となるような制御信号を出力することを特徴とする。

【0032】また、前記キャリブレーション用信号処理部は、前記無線受信部から出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号のビット誤り率を用いて、前記無線受信部から出力された信号と該信号から抽出されたキャリブレーション信号との比を認識することを特徴とする。

【0033】また、N個(Nは1以上の整数)のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行うN個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリブレーション手段と、前記キャリブレーション手段にて検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部から出力された信号を補正して復調信号として出力するM個(Mは1以上の整数)のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルに基づいて決定される電力レベルで前記キャリブレーション信号を前記アンテナ素子にて受信された信号に多重することを特徴とする。

【0034】また、前記キャリブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器と、前記キャリブレーション用信号発生器にて生成されたキャリブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリブレーション信号に周波数変換して出力するキャリブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルに基づいて前記キャリブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリブレーション用信号処理部と、前記キャリブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリブレーション

ン信号を前記キャリアブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するN個の電力レベル可変回路とを有し、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリアブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とする。

【0035】また、前記キャリアブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリアブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリアブレーション信号を生成するキャリアブレーション用信号発生器と、前記キャリアブレーション用信号発生器にて生成されたキャリアブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリアブレーション信号に周波数変換して出力するキャリアブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリアブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリアブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルに基づいて前記キャリアブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリアブレーション用信号処理部と、前記キャリアブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリアブレーション信号を前記キャリアブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するK個（Kは1以上N未満の整数）の電力レベル可変回路と、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリアブレーション信号を選択し、前記N個の多重回路に分配して出力する選択／分配回路とを有し、前記選択／分配回路から出力されたキャリアブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とする。

【0036】また、前記キャリアブレーション用信号処理部は、前記アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルと前記電力レベル可変回路から出力されるキャリアブレーション信号の電力レベルとの比が一定となるような制御信号を出力することを特徴とする。

【0037】また、N個（Nは1以上の整数）のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行うN個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリアブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリアブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリアブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリアブレーション手段と、前記キャリアブレーション手段にて検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部から出力された信号を補正して復調信号として出力するM個（Mは1以上の整数）のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記

キャリアブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリアブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリアブレーション信号を生成するキャリアブレーション用信号発生器と、前記キャリアブレーション用信号発生器にて生成されたキャリアブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリアブレーション信号に周波数変換して出力するキャリアブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリアブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリアブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記多重回路から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリアブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリアブレーション用信号処理部と、前記キャリアブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリアブレーション信号を前記キャリアブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するN個の電力レベル可変回路とを有し、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリアブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とする。

【0038】また、N個（Nは1以上の整数）のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子にて受信された信号の受信処理を行うN個の無線受信部と、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリアブレーション信号を多重し、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリアブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリアブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するキャリアブレーション手段と、前記キャリアブレーション手段にて検出された振幅及び位相情報に基づいて、前記無線受信部から出力された信号を補正して復調信号として出力するM個（Mは1以上の整数）のユーザ信号処理部とを有してなるアレーアンテナ受信装置において、前記キャリアブレーション手段は、前記アンテナ素子にて受信された信号にキャリアブレーション信号を多重するN個の多重回路と、前記キャリアブレーション信号を生成するキャリアブレーション用信号発生器と、前記キャリアブレーション用信号発生器にて生成されたキャリアブレーション信号を、前記アンテナ素子にて受信された信号の周波数と同一の周波数帯域を具備するキャリアブレーション信号に周波数変換して出力するキャリアブレーション用信号無線送信部と、前記無線受信部から出力された信号から前記キャリアブレーション信号を抽出し、抽出されたキャリアブレーション信号に基づいて、前記アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報を検出するとともに、前記多重回路から出力された信号の電力レベルに基づいて前記キャリアブレーション信号の電力レベルを制御するための制御信号を出力するキャリアブレーション用信号処理

部と、前記キャリアブレーション用信号無線送信部から出力されたキャリアブレーション信号を前記キャリアブレーション用信号処理部から出力された制御信号に基づく電力レベルで出力するK個(Kは1以上N未満の整数)の電力レベル可変回路と、前記電力レベル可変回路から出力されたキャリアブレーション信号を選択し、前記N個の多重回路に分配して出力する選択/分配回路とを有し、前記選択/分配回路から出力されたキャリアブレーション信号が前記多重回路において前記アンテナ素子にて受信された信号に多重されることを特徴とする。

【0039】また、前記キャリアブレーション用信号処理部は、前記多重回路から出力された信号の電力レベルと前記電力レベル可変回路から出力されるキャリアブレーション信号の電力レベルとの比が一定となるような制御信号を出力することを特徴とする。

【0040】また、前記無線受信部は、出力信号の電力レベルを入力信号の電力レベルによらずに一定とする自動利得制御手段を具備し、前記キャリアブレーション用信号処理部は、前記自動利得制御手段における利得情報に基づいて前記多重回路から出力された信号の電力レベルを認識することを特徴とする。

【0041】(作用) 上記のように構成された本発明においては、アンテナ素子にて受信された信号に多重されるキャリアブレーション信号が、無線受信部から出力された信号から抽出されたキャリアブレーション信号の電力レベルが一定となるような電力レベルで、アンテナ素子にて受信された信号に多重されるので、アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルが時間的に変動し、無線受信部において、アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルとキャリアブレーション信号の電力レベルとの和が一定になるように出力が自動的に制御された場合においても、キャリアブレーション手段にて抽出されるキャリアブレーション信号の電力レベルが不定となることはなく、それにより、キャリアブレーション手段において、無線受信部におけるキャリアブレーション信号の振幅及び位相変動が正確に検出され、それに伴って、アンテナ素子にて受信された信号の振幅及び位相情報が正確に検出される。これにより、運用時においても精度の高いキャリアブレーションが行われる。

【0042】

【発明の実施の形態】 以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0043】(第1の実施の形態) 図1は、本発明のアレーアンテナ受信装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【0044】本形態は図1に示すように、N個(Nは1以上の整数)のアンテナ素子102-1~102-Nからなるアレーアンテナ101と、アンテナ素子102-1~102-Nのそれぞれに対応して設けられ、アンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号にキ

ャリブレーション信号を多重して出力する多重回路103-1~103-Nと、アンテナ素子102-1~102-Nのそれぞれに対応して設けられ、多重回路103-1~103-Nから出力された信号の受信処理を行う無線受信部104-1~104-Nと、無線受信部104-1~104-Nから出力された信号が入力され、入力された信号に基づいて、アンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号の振幅情報及び位相情報を検出するキャリアブレーション用信号処理部106と、ユーザの数分設けられ、無線受信部104-1~104-Nから出力された信号をキャリアブレーション用信号処理部106にて検出された振幅情報及び位相情報を用いて補正し、ユーザ毎の復調信号として出力するM個(Mは1以上の整数)のユーザ信号処理部105-1~105-Mと、キャリアブレーション信号を生成するキャリアブレーション用信号発生器107と、キャリアブレーション用信号発生器107にて生成されたキャリアブレーション信号を周波数変換して出力するキャリアブレーション用無線送信部108と、キャリアブレーション用無線送信部108から出力されたキャリアブレーション信号をキャリアブレーション信号処理部106にて制御される電力レベルで出力する電力レベル可変回路109-1~109-Nとから構成されており、電力レベル可変回路109-1~109-Nから出力されたキャリアブレーション信号が多重回路103-1~103-Nにてアンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号に多重される。なお、多重回路103-1~103-N、キャリアブレーション用信号処理部106、キャリアブレーション用信号発生器107、キャリアブレーション用無線送信部108及び電力レベル可変回路109-1~109-Nからキャリアブレーション手段が構成される。

【0045】アレーアンテナ101を構成するアンテナ素子102-1~102-Nにおいては、アンテナ素子単体での水平面内及び垂直面内指向性に特に制限はなく、例としてはオムニ(無指向性)、ダイポール(双極指向性)が挙げられる。アンテナ素子102-1~102-Nは、各々のアンテナ素子102-1~102-Nの受信信号が相関を有するように近接して配置され、希望信号及び複数の干渉信号が多重された信号を受信する。

【0046】多重回路103-1~103-Nにおいては、電力レベル可変回路109-1~109-Nから出力されたキャリアブレーション信号とアンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号とが無線帯域で多重され、無線受信部104-1~104-Nに対して出力される。

【0047】ここで、多重回路103-1~103-Nにおける多重方法においては、制限はなく、例としては符号多重が挙げられる。符号多重の場合、多重回路103-1~103-Nには無線帯域で動作する電力加算器

が使用可能である。また、キャリブレーション信号がアンテナ素子から放射されることがないよう、多重回路103-1~103-Nには方向性結合器を用いることが望ましい。また、多重回路103-1~103-Nにて多重されたキャリブレーション信号は抽出可能である。

【0048】無線受信部104-1~104-Nは、ローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発信器、AGC (Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ/ディジタル変換器等から構成される。ここで、無線受信部104-Nを例にとると、多重回路103-Nから出力された信号が入力され、入力された信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/ディジタル変換等が行われ、当該信号がユーザ信号処理部105-1~105-M及びキャリブレーション用信号処理部106に対して出力される。

【0049】ここで、無線受信部104-1~104-Nの構成に制限はないが、一般的には、各無線受信部104-1~104-N毎に、出力信号の電力レベルを入力信号の電力レベルによらずに一定とするために非線形回路であるAGCが用いられる。

【0050】ユーザ信号処理部105-1~105-Mにおいては、無線受信部104-1~104-Nから出力された信号とキャリブレーション用信号処理部106にて検出された振幅及び位相情報とが入力され、無線受信部104-1~104-Nから出力された信号がキャリブレーション用信号処理部106にて検出された振幅及び位相情報に基づいて補正され、それにより、各ユーザ毎に、ユーザ信号到来方向に対しては受信利得が大きくなり、他ユーザからの干渉や遅延波による干渉に対しては受信利得が小さくなるような受信指向性パターンが形成され、受信指向性パターンによって受信された復調信号が出力される。

【0051】ここで、ユーザ信号処理部105-1~105-Nにおいては、その構成や受信指向性パターン形成のアルゴリズムや無線受信部104-1~104-Nから出力された信号に対してキャリブレーション用信号処理部106にて検出された振幅及び位相情報を用いて補正を行う方法に制限は無い。この補正を行うことによって、アレーアンテナ受信装置の運用時に無線受信部104-1~104-Nの内部において受信信号の振幅や位相が変動した場合においても、ユーザ信号処理部105-1~105-Mに入力された信号から、各無線受信部104-1~104-Nの内部で発生した振幅及び位相変動成分を取り除くことができ、到来方向の異なる各信号成分を正確に識別し、受信指向性パターンを形成することが可能となる。

【0052】キャリブレーション用信号処理部106においては、無線受信部104-1~104-Nから出力された信号が入力され、入力された信号からキャリブレ

ーション信号が抽出され、それにより、アンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報が検出される。検出された振幅及び位相情報は、信号処理部105-1~105-Mに対して出力される。ここで、アンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報は、無線受信部104-1~104-Nにおけるキャリブレーション信号の振幅及び位相の変動量を調べることによって検出される。また、無線受信部104-1~104-Nから出力された信号の電力レベルに基づいて、無線受信部104-1~104-Nから出力される信号の電力レベルと多重回路103-1~103-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力レベルとの比を一定とするように多重回路103-1~103-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力を制御する制御信号が電力レベル可変回路109-1~109-Nに対して出力される。

【0053】ここで、アレーアンテナ受信装置の運用時においては、各無線受信部104-1~104-N内のAGCによって、無線受信部104-1~104-Nに入力される信号の電力レベルによらずに出力される信号の電力レベルが一定になるように自動的に制御されている。そのため、各無線受信部104-1~104-Nから出力される信号に含まれるキャリブレーション信号の電力レベルが一定となり、キャリブレーション信号処理部106において各無線受信部104-1~104-Nにおけるキャリブレーション信号の振幅及び位相変動を正確に検出することができ、それに伴って、アンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報を正確に検出することができる。

【0054】運用時に各無線受信部104-1~104-Nの内部で受信信号の振幅や位相が変動した場合、各無線受信部104-1~104-Nから出力される信号からキャリブレーション信号が抽出され、抽出されたキャリブレーション信号が多重回路103-1~103-Nに入力されるキャリブレーション信号と比較され、比較結果に基づいて、各無線受信部104-1~104-Nにおけるキャリブレーション信号の振幅及び位相変動が検出され、該検出結果に基づいて、アンテナ素子102-1~102-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報が検出される。

【0055】また、無線受信部104-1~104-N内のAGCが正常に動作している場合は、各無線受信部104-1~104-Nから出力される信号の電力レベルは一定であるので、キャリブレーション用信号処理部106において、無線受信部104-1~104-Nから出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルを一定とするような制御信号を電力レベル可変回路109に対して出力する方法もある。

【0056】さらに、キャリブレーション用信号処理部106において、無線受信部104-1~104-Nから

ら出力された信号の電力レベルと無線受信部104-1～104-Nから出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルとの比を算出する際に、無線受信部104-1～104-Nから出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号のビット誤り率 (BER : Bit ErrorRate) 情報を用いることも可能である。

【0057】キャリブレーション信号は既知であるので、キャリブレーション用信号処理部106においてキャリブレーション信号のBERを測定することが可能である。BERが大きな場合は、無線受信部104-1～104-Nから出力される信号の電力レベルと比較して、無線受信部104-1～104-Nから出力される信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルが小さいことを示し、また、BERが小さな場合は、無線受信部104-1～104-Nから出力された信号の電力レベルと比較して、無線受信部104-1～104-Nから出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルが大きいことを示す。したがって、無線受信部104-1～104-Nから出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号のビット誤り率情報から、無線受信部104-1～104-Nから出力された信号の電力レベルと無線受信部104-1～104-Nから出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルとの比を近似的に算出することができる。

【0058】キャリブレーション用信号発生器107においては、基底帯域でキャリブレーション信号が生成され、生成されたキャリブレーション信号がキャリブレーション用無線送信部108に対して出力される。

【0059】キャリブレーション用無線送信部108においては、キャリブレーション用信号発生器107から出力された基底帯域のキャリブレーション信号が入力され、入力されたキャリブレーション信号に対するデジタル/アナログ変換、基底帯域から無線帯域への周波数変換等が行われ、該キャリブレーション信号がアンテナ素子102-1～102-Nにて受信された信号と同一周波数帯域を有するキャリブレーション信号として電力レベル可変回路109に対して出力される。

【0060】電力レベル可変回路109-1～109-Nにおいては、キャリブレーション用無線送信部108から出力されたキャリブレーション信号が、キャリブレーション用信号処理部106から出力される制御信号に基づいた電力レベルで多重回路103-1～103-Nに対して出力される。

【0061】上記のように構成されたアレーアンテナ受信装置においては、各アンテナ素子102-1～102-Nにて受信された信号の電力レベルに応じた電力レベルのキャリブレーション信号が各無線受信部104-1～104-Nに供給されるため、受信信号の電力レベル

が時間的に変動し、各無線受信部104-1～104-N内のAGCによって、受信信号の電力レベルとキャリブレーション信号の電力レベルとの和が一定になるように自動的に出力が制御されても、各無線受信部104-1～104-Nから出力される信号に含まれるキャリブレーション信号電力レベルを一定に保つことができ、キャリブレーション用信号処理部106において、各無線受信部104-1～104-Nにおけるキャリブレーション信号の振幅及び位相変動を正確に検出することができ、これに伴って、アンテナ素子102-1～102-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報を正確に検出することができる。これにより、運用時においても精度の高いキャリブレーションを行うことができる。

【0062】(第2の実施の形態) 図2は、本発明のアレーアンテナ受信装置の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【0063】本形態は図2に示すように、複数のアンテナ素子202-1～202-Nからなるアレーアンテナ201と、アンテナ素子202-1～202-Nのそれぞれに対応して設けられ、アンテナ素子202-1～202-Nにて受信された信号にキャリブレーション信号を多重して出力する多重回路203-1～203-Nと、アンテナ素子202-1～202-Nのそれぞれに対応して設けられ、多重回路203-1～203-Nから出力された信号の受信処理を行う無線受信部204-1～204-Nと、アンテナ素子202-1～202-Nにて受信された信号と無線受信部204-1～204-Nから出力された信号とが入力され、無線受信部204-1～204-Nから出力された信号に基づいて、アンテナ素子202-1～202-Nにて受信された信号の振幅情報及び位相情報を検出するキャリブレーション用信号処理部206と、ユーザの数分設けられ、無線受信部204-1～204-Nから出力された信号をキャリブレーション用信号処理部206にて検出された振幅情報及び位相情報を用いて補正し、ユーザ毎の復調信号として出力するユーザ信号処理部205-1～205-Mと、キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器207と、キャリブレーション用信号発生器207にて生成されたキャリブレーション信号を周波数変換して出力するキャリブレーション用無線送信部208と、キャリブレーション用無線送信部208から出力されたキャリブレーション信号をキャリブレーション信号処理部206にて制御される電力レベルで出力する電力レベル可変回路209-1～209-Nとから構成されており、電力レベル可変回路209-1～209-Nから出力されたキャリブレーション信号が多重回路203-1～203-Nにてアンテナ素子202-1～202-Nにて受信された信号に多重される。

【0064】本形態は上述したように、キャリブレーション用信号処理部206以外は、第1の実施形態に示し

たものと同様である。

【0065】キャリブレーション用信号処理部206においては、アンテナ素子202-1~202-Nにて受信された信号と無線受信部204-1~204-Nから出力された信号とが入力され、無線受信部204-1~204-Nから出力された信号からキャリブレーション信号が抽出され、それにより、アンテナ素子202-1~202-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報が検出される。検出された振幅及び位相情報は、ユーザ信号処理部205-1~205-Nに対して出力される。ここで、アンテナ素子202-1~202-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報は、無線受信部204-1~204-Nにおけるキャリブレーション信号の振幅及び位相の変動量を調べることによって検出される。また、アンテナ素子202-1~202-Nにて受信された信号に基づいて、アンテナ素子202-1~202-Nにて受信された信号の電力レベルと多重回路203-1~203-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力レベルとの比を一定とするように多重回路203-1~203-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力を制御する制御信号が電力レベル可変回路209-1~209-Nに対して出力される。

【0066】ここで、アンテナ素子202-1~202-Nにて受信された信号の電力レベルと多重回路203-1~203-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力レベルとの比を一定に保つということは、多重回路203-1~203-Nから出力される信号に含まれるキャリブレーション信号の電力の割合を一定に保つことであるため、各無線受信部204-1~204-Nから出力される信号に含まれるキャリブレーション信号の電力レベルを一定にすることになる。このことから、本形態は、原理的には第1の実施の形態と同様であることが分かる。

【0067】上記のように構成されたアレーアンテナ装置においては、第1の実施の形態において無線受信部から出力された信号の電力レベルが測定され、該電力レベルに基づいて、多重回路に入力されるキャリブレーション信号の電力が制御されるのに対し、アンテナ素子202-1~202-Nにおける受信信号の電力レベルが測定され、該電力レベルに基づいて、多重回路203-1~203-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力が制御されるため、多重回路203-1~203-Nにてアンテナ素子202-1~202-Nにて受信された信号とキャリブレーション信号とが多重される前の情報を用いることができ、より精度の高いキャリブレーションを行うことができる。

【0068】(第3の実施の形態)図3は、本発明のアレーアンテナ受信装置の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【0069】本形態は図3に示すように、複数のアンテ

ナ素子302-1~302-Nからなるアレーアンテナ301と、アンテナ素子302-1~302-Nのそれぞれに対応して設けられ、アンテナ素子302-1~302-Nにて受信された信号にキャリブレーション信号を多重して出力する多重回路303-1~303-Nと、アンテナ素子302-1~302-Nのそれぞれに対応して設けられ、多重回路303-1~303-Nから出力された信号の受信処理を行う無線受信部304-1~304-Nと、多重回路303-1~303-Nから出力された信号と無線受信部304-1~304-Nから出力された信号とが入力され、無線受信部304-1~304-Nから出力された信号に基づいて、アンテナ素子302-1~302-Nにて受信された信号の振幅情報及び位相情報を検出するキャリブレーション用信号処理部306と、ユーザの数分設けられ、無線受信部304-1~304-Nから出力された信号をキャリブレーション用信号処理部306にて検出された振幅情報及び位相情報を用いて補正し、ユーザ毎の復調信号として出力するユーザ信号処理部305-1~305-Mと、キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器307と、キャリブレーション用信号発生器307にて生成されたキャリブレーション信号を周波数変換して出力するキャリブレーション用無線送信部308と、キャリブレーション用無線送信部308から出力されたキャリブレーション信号をキャリブレーション信号処理部306にて制御される電力レベルで出力する電力レベル可変回路309-1~309-Nとから構成されており、電力レベル可変回路309-1~309-Nから出力されたキャリブレーション信号が多重回路303-1~303-Nにてアンテナ素子302-1~302-Nにて受信された信号に多重される。

【0070】本形態は上述したように、キャリブレーション用信号処理部306以外は、第1の実施形態に示したものと同様である。

【0071】キャリブレーション用信号処理部306においては、多重回路303-1~303-Nから出力された信号と無線受信部304-1~304-Nから出力された信号とが入力され、無線受信部304-1~304-Nから出力された信号からキャリブレーション信号が抽出され、それにより、アンテナ素子302-1~302-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報が検出される。検出された振幅及び位相情報は、ユーザ信号処理部305-1~305-Nに対して出力される。ここで、アンテナ素子302-1~302-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報は、無線受信部304-1~304-Nにおけるキャリブレーション信号の振幅及び位相の変動量を調べることによって検出される。また、多重回路303-1~303-Nから出力された信号の電力レベルに基づいて、多重回路303-1~303-Nから出力される信号の電力レベルと多重回路303-

1～303-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力レベルとの比を一定とするように多重回路303-1～303-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力を制御する制御信号が電力レベル可変回路309-1～309-Nに対して出力される。

【0072】ここで、多重回路303-1～303-Nから出力される信号の電力レベルから多重回路303-1～303-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力レベルを減算することにより各アンテナ素子302-1～302-Nにて受信された信号の電力レベルを算出することができるため、本形態は、原理的には第2の実施の形態と同様であることが分かる。

【0073】上記のように構成されたアレーアンテナ受信装置においては、第2の実施の形態において各アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルが測定され、該電力レベルに基づいて、多重回路に入力されるキャリブレーション信号の電力が制御されるのに対し、多重回路303-1～303-Nから出力される信号の電力レベル、すなわち、各無線受信部304-1～304-Nの入力信号の電力レベルが測定され、該電力レベルに基づいて、多重回路303-1～303-Nに入力されるキャリブレーション信号の電力が制御されている。

【0074】ここで、第2の実施の形態にて示したもののようにより各アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルを測定するためには、アンテナ素子の出力と多重回路の入力との間でその電力レベルを測定する必要がある。しかしながら、通常、アンテナ素子と多重回路とが無線受信部から離れた場所に設置される場合が多く、第2の実施の形態にて示したものにおいては、アンテナ素子数に対応したN本の測定ケーブルの特性のばらつきによる誤差が生じる可能性がある。

【0075】これに対して本形態においては、測定対象を各無線受信部の入力信号の電力レベルとしたため、測定ケーブルの長さを短くすることができ、特性のばらつきを抑えることができる。

【0076】(第4の実施の形態) 図4は、本発明のアレーアンテナ受信装置の第4の実施の形態を示すブロック図である。

【0077】本形態は図4に示すように、複数のアンテナ素子402-1～402-Nからなるアレーアンテナ401と、アンテナ素子402-1～402-Nのそれぞれに対応して設けられ、アンテナ素子402-1～402-Nにて受信された信号にキャリブレーション信号を多重して出力する多重回路403-1～403-Nと、自動利得制御手段であるAGC (Auto Gain Controller) を含んでアンテナ素子402-1～402-Nのそれぞれに対応して設けられ、多重回路403-1～403-Nから出力された信号の受信処理を行うとともに、AGCにおける増幅率をAGC制御情報として出力する無線受信部404-1～404-Nと、無線受信部

404-1～404-Nから出力されたAGC制御情報と無線受信部404-1～404-Nから出力された信号とが入力され、無線受信部404-1～404-Nから出力された信号に基づいて、アンテナ素子402-1～402-Nにて受信された信号の振幅情報及び位相情報を検出するキャリブレーション用信号処理部406と、ユーザの数分設けられ、無線受信部404-1～404-Nから出力された信号をキャリブレーション用信号処理部406にて検出された振幅情報及び位相情報を用いて補正し、ユーザ毎の復調信号として出力するユーザ信号処理部405-1～405-Mと、キャリブレーション信号を生成するキャリブレーション用信号発生器407と、キャリブレーション用信号発生器407にて生成されたキャリブレーション信号を周波数変換して出力するキャリブレーション用無線送信部408と、キャリブレーション用無線送信部408から出力されたキャリブレーション信号をキャリブレーション信号処理部406にて制御される電力レベルで出力する電力レベル可変回路409-1～409-Nとから構成されており、電力レベル可変回路409-1～409-Nから出力されたキャリブレーション信号が多重回路403-1～403-Nにてアンテナ素子402-1～402-Nにて受信された信号に多重される。

【0078】本形態は上述したように、無線受信部404-1～404-N及びキャリブレーション用信号処理部406以外は、第1の実施の形態にて示したものと同様である。

【0079】無線受信部404-1～404-Nは、ローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、AGC (Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ/ディジタル変換器等から構成される。ここで、無線受信部404-Nを例にとると、多重回路403-Nから出力された信号が入力され、入力された信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/ディジタル変換等が行われ、当該信号がユーザ信号処理部405-1～405-M及びキャリブレーション用信号処理部406に対して出力される。また、各無線受信部404-1～404-N内に設けられたAGCにおけるAGC増幅率が制御情報としてキャリブレーション用信号処理部406に対して出力される。

【0080】キャリブレーション用信号処理部406においては、無線受信部404-1～404-Nから出力されるAGC制御情報と無線受信部404-1～404-Nから出力された信号とが入力され、無線受信部404-1～404-Nから出力された信号からキャリブレーション信号が抽出され、それにより、アンテナ素子402-1～402-Nにて受信された信号の振幅及び位相情報が検出され、検出された振幅及び位相情報がユーザ信号処理部405-1～405-Nに対して出力され

る。また、無線受信部404-1~404-Nから出力された信号の電力レベルと無線受信部404-1~404-Nから出力されたAGC制御情報とに基づいて、無線受信部404-1~404-Nに入力される信号の電力レベルが近似的に算出され、無線受信部404-1~404-Nに入力される信号の電力レベルと無線受信部404-1~404-Nに入力されるキャリアブレーション信号の電力レベルとの比を一定とするように多重回路403-1~403-Nに入力されるキャリアブレーション信号の電力を制御する制御信号が電力レベル可変回路409-1~409-Nに対して出力される。

【0081】ここで、無線受信部404-1~404-Nから出力されるAGC制御情報においては、無線受信部404-1~404-Nに入力される信号の電力レベルに応じて、入力電力レベルが小さな場合にはAGCの増幅率を上げ、入力電力レベルが大きな場合にはAGCの増幅率を下げるような情報であることから、無線受信部404-1~404-Nから出力された信号の電力レベルとAGC制御情報とに基づいて、無線受信部404-1~404-Nに入力される信号の電力レベルを近似的に算出することができる。原理的には第3の実施の形態に示したものと同様である。

【0082】上記のように構成されたアレーアンテナ受信装置においては、第3の実施の形態において多重回路の出力電力レベル、すなわち、各無線受信部に入力される信号の電力レベルが測定され、該電力レベルに基づいて、多重回路に入力されるキャリアブレーション信号の電力が制御されるのに対し、無線受信部404-1~404-Nから出力されたAGC制御情報のみが用いられる。このAGC制御情報はベースバンド信号であるので、直接無線帯域信号である各無線受信部の入力信号を扱う第3の実施の形態と比較して、キャリアブレーション用信号処理部の負担を軽減することができる。

【0083】(第5の実施の形態)図5は、本発明のアレーアンテナ受信装置の第5の実施の形態を示すブロック図である。

【0084】本形態は図5に示すように、複数のアンテナ素子502-1~502-Nからなるアレーアンテナ501と、アンテナ素子502-1~502-Nのそれぞれに対応して設けられ、アンテナ素子502-1~502-Nにて受信された信号にキャリアブレーション信号を多重して出力する多重回路503-1~503-Nと、アンテナ素子502-1~502-Nのそれぞれに対応して設けられ、多重回路503-1~503-Nから出力された信号の受信処理を行う無線受信部504-1~504-Nと、無線受信部504-1~504-Nから出力された信号が入力され、入力された信号に基づいて、アンテナ素子502-1~502-Nにて受信された信号の振幅情報及び位相情報を検出するキャリアブレーション用信号処理部506と、ユーザの数分設けら

れ、無線受信部504-1~504-Nから出力された信号をキャリアブレーション用信号処理部506にて検出された振幅情報及び位相情報を用いて補正し、ユーザ毎の復調信号として出力するユーザ信号処理部505-1~505-Mと、キャリアブレーション信号を生成するキャリアブレーション用信号発生器507と、キャリアブレーション用信号発生器507にて生成されたキャリアブレーション信号を周波数変換して出力するキャリアブレーション用無線送信部508と、アンテナ素子502-1~502-Nよりも少ない数だけ設けられ、キャリアブレーション用無線送信部508から出力されたキャリアブレーション信号をキャリアブレーション信号処理部506にて制御される電力レベルで出力するK個(Kは1以上N未満の整数)の電力レベル可変回路509-1~509-Kと、電力レベル可変回路509-1~509-Kから出力されたキャリアブレーション信号を選択し、分岐して出力する選択/分岐回路510とから構成されており、選択/分岐回路510から出力されたキャリアブレーション信号が多重回路503-1~503-Nにてアンテナ素子502-1~502-Nにて受信された信号に多重される。

【0085】本形態は上述したように、電力レベル可変回路509-1~509-K及び選択/分岐回路510以外は、第1の実施の形態に示したものと同様である。

【0086】電力レベル可変回路509-1~509-Kにおいては、キャリアブレーション用無線送信部508から出力された、アンテナ素子502-1~502-Nにて受信された信号と同一周波数帯域のキャリアブレーション信号が入力され、該キャリアブレーション信号がキャリアブレーション用信号処理部506の制御に基づく任意の電力レベルで選択/分配回路510に対して出力される。

【0087】選択/分配回路510においては、電力レベル可変回路509-1~509-Kから出力されたキャリアブレーション信号が入力され、該キャリアブレーション信号の選択/分配が行われ、多重回路503-1~503-Nに対して出力される。

【0088】なお、選択/分配回路510における選択/分配数及び接続の仕方に制限は無い。具体的には1個の電力レベル可変回路と1入力N出力の分配器とによる構成が挙げられる。

【0089】図5においては、第1の実施の形態に示したものに該当する例を挙げたが、第2~4の実施の形態に対しても同様に本形態を適用することが可能である。

【0090】上記のように構成されたアレーアンテナ受信装置においては、アンテナ素子数より少ない数の電力レベル可変回路を用いることで、第1~第4の実施の形態に示したものと比較して、アレーアンテナ受信装置の構成を簡略化することができる。

【0091】上述した第1~第4の実施の形態を任意に

組み合わせること、各アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルに応じたキャリブレーション信号の電力レベルの精度を向上させることが可能であり、それらも本発明に含まれる。なお、実施の形態の組み合わせに制限はない。

【0092】また、本発明においては、無線伝送方式に制限はなく、例としては符号分割多重接続 (CDMA) 方式が挙げられる。

【0093】また、本発明においては、アンテナの素子数及びアンテナ素子の配置に制限はなく、アンテナ素子の配置の例としては搬送波の半波長間隔の直線配置が挙げられる。

【0094】また、本発明においては、同時に受信するユーザの数及び同時に受信するユーザあたりのマルチパスの数に制限はない。

【0095】また、本発明においては、ユーザ信号処理部の構成、受信指向性パターン形成のアルゴリズム、各無線受信部の出力に対して個々のアンテナ素子における振幅及び位相情報を用いて補正を行う方法に制限はない。

【0096】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、アンテナ素子にて受信された信号に多重されるキャリブレーション信号が、無線受信部から出力された信号から抽出されたキャリブレーション信号の電力レベルが一定となるような電力レベルで、アンテナ素子にて受信された信号に多重される構成としたため、アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルが時間的に変動し、無線受信部において、アンテナ素子にて受信された信号の電力レベルとキャリブレーション信号の電力レベルとの和が一定になるように出力が自動的に制御された場合においても、精度の高いキャリブレーションを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアレーアンテナ受信装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】本発明のアレーアンテナ受信装置の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図3】本発明のアレーアンテナ受信装置の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【図4】本発明のアレーアンテナ受信装置の第4の実施の形態を示すブロック図である。

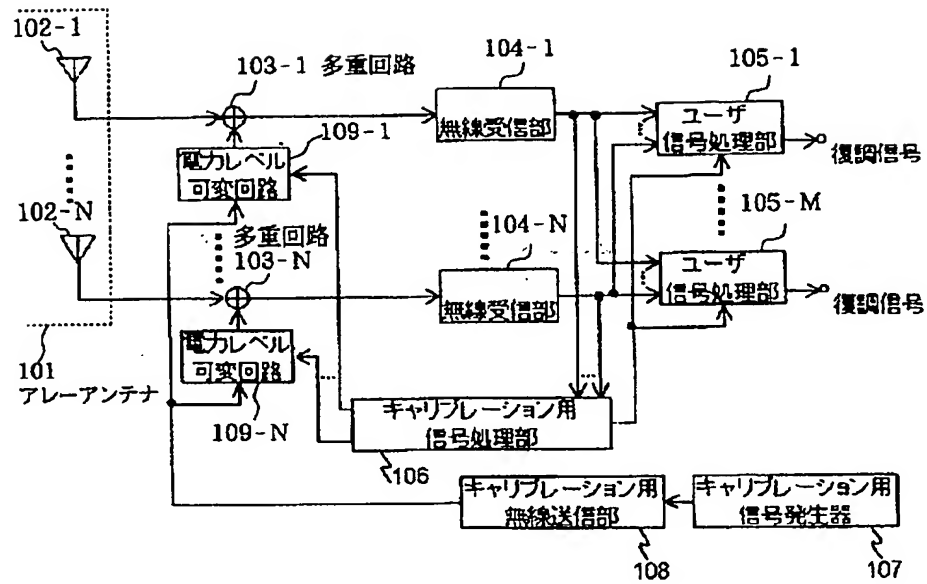
【図5】本発明のアレーアンテナ受信装置の第5の実施の形態を示すブロック図である。

【図6】従来のアレーアンテナ受信装置の一構成例を示すブロック図である。

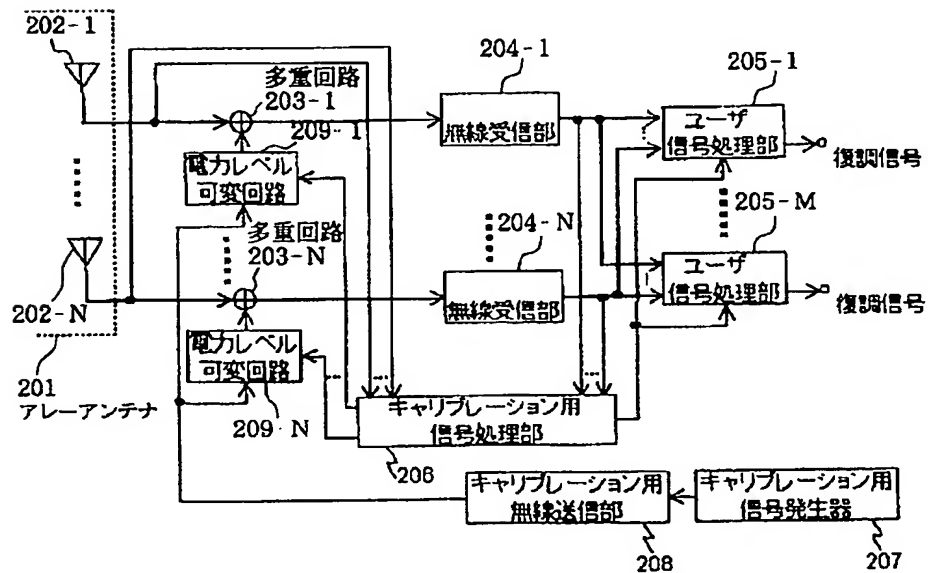
【符号の説明】

101, 201, 301, 401, 501 アレーアンテナ
102-1~102-N, 202-1~202-N, 302-1~302-N, 402-1~402-N, 502-1~502-N アンテナ素子
103-1~103-N, 203-1~203-N, 303-1~303-N, 403-1~403-N, 503-1~503-N 多重回路
104-1~104-N, 204-1~204-N, 304-1~304-N, 404-1~404-N, 504-1~504-N 無線受信部
105-1~105-M, 205-1~205-M, 305-1~305-M, 405-1~405-M, 505-1~505-M ユーザ信号処理部
106, 206, 306, 406, 506 キャリブレーション用信号処理部
107, 207, 307, 407, 507 キャリブレーション用信号発生器
108, 208, 308, 408, 508 キャリブレーション用無線送信部
109-1~109-N, 209-1~209-N, 309-1~309-N, 409-1~409-N, 509-1~509-K 電力レベル可変回路
510 選択/分岐回路

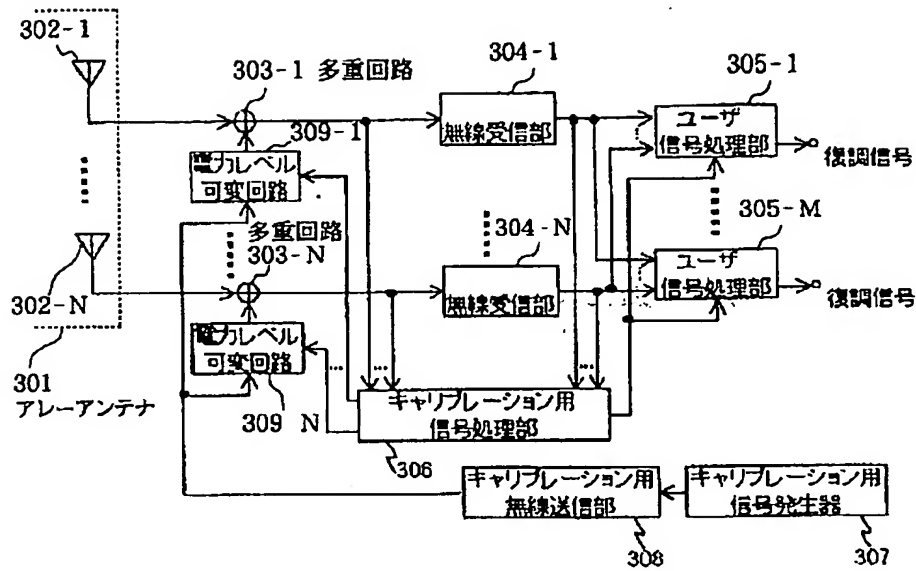
【図1】



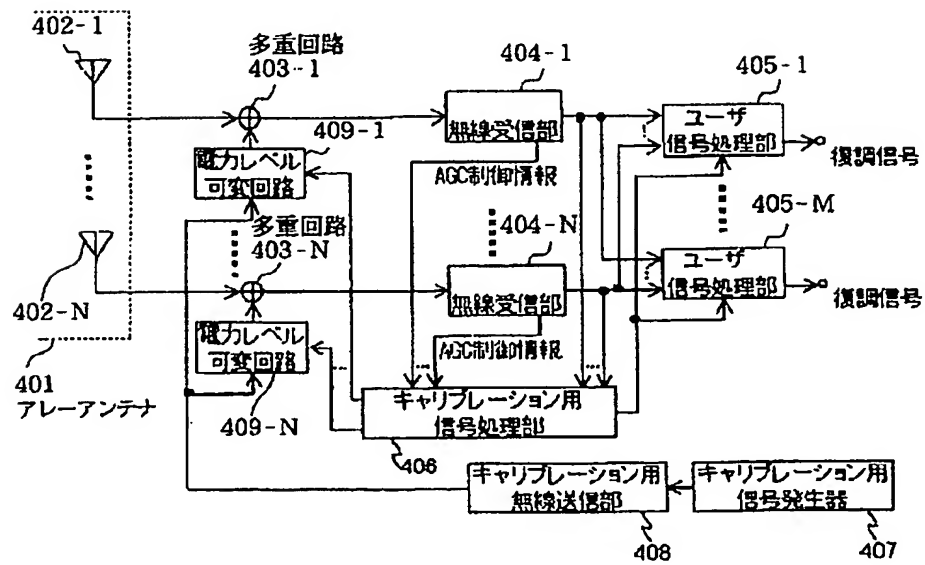
【図2】



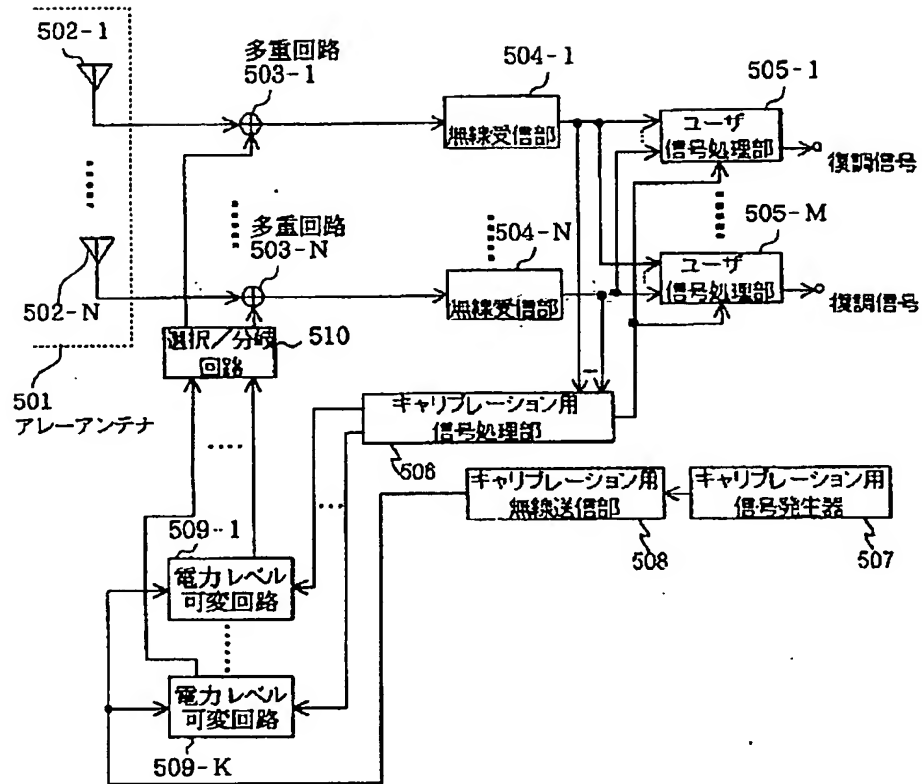
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

